

明細書

単レンズ素子、光源装置および走査光学装置

技術分野

本発明は、屈折作用による正の光学的なパワーと、回折作用による正の光学的なパワーとを有する単レンズ素子に関し、特定のには、走査光学装置や光ディスク装置の光源装置に好適な単レンズ素子に関する。

背景技術

LBP（レーザビームプリンタ）等に用いられる走査光学装置は、光源である半導体レーザ素子からのレーザ光束を、光偏光器を用いて走査するとともに、走査光学系を用いて被走査面である感光ドラム上に結像する作用を有する。このような走査光学装置において、環境温度が変化した場合、レーザ光束の波長及び光学系に含まれるレンズ素子の屈折率が共に変化する。そのため、走査光学装置は、環境温度の変化に対して焦点位置の移動が十分に少なくなるように設計することが要求される。例えば、走査光学装置において、半導体レーザ素子から放射された発散性を有するレーザ光束を平行化、あるいは収束性を有するレーザ光束に変換するためのレンズ系（平行化する場合は特にコリメートレンズという）が用いられるが、このレンズ系は、温度変化に対する屈折率変化の少ないガラス製のレンズ素子を用いるのが一般的である。

一方、このレンズ系をより簡素化する方法として、特開平 0 4 - 3 2 8 5 1 2 号公報は、レーザ光源に回折作用を持つレンズを組み合わせて、焦点距離を固定することにより温度変化による結像位置のズレを減らす方法を提案している。

また、特開平 0 4 - 3 2 8 5 1 6 号公報は、コリメートレンズにフレネルレンズを用いて、レーザ光源の温度変化に伴う波長の変化と、フレネルレンズの焦点距離変化と、フレネルレンズの鏡筒部材の膨張による変化とを組み合わせて走査光学系の温度変化によるデフォーカスを補正する方法を開示している。

また、特開平 0 6 - 1 1 8 3 4 6 号公報は、フレネルレンズと屈折レンズを組み合わせて温度に対してコリメートレンズの焦点距離の変動を相殺する方法を開示している。

発明の開示

前述した従来技術は、いずれも非常に薄いフレネルレンズを用いているため、温度変化時による形状収差の変動が大きく成りすぎるという問題があった。これを改善するために、単にフレネルレンズの厚みを増加させるだけでは、逆に射出成形時にウェルドなどの不良を生じ、コストアップを招来するという問題があった。

また、ガラスレンズと樹脂レンズの違いの 1 つは温度変化に対する屈折率変化の度合いが違ふことであり、上述の方法はこれを回折レンズを一体化することにより解決でき

ることを示している。しかしながら、従来例に記載されている樹脂レンズは、接着剤で固定したときに接着剤によって発生する応力によってレンズにひずみが入りやすい。そのようなひずみはレンズにコマ収差や非点収差を発生し、レンズの性能を著しく損なう。そのため、鏡筒に固定し鏡筒を光学基台上に接着したりしているが、鏡筒を用いずに直接に光学基台上にレンズを接着出来た方が低コスト化という観点からはより好ましい。

本発明の目的は、上記の課題に鑑みてなされたものであって、温度変化によっても安定した性能を維持する単レンズ素子、光源装置、光ディスク装置を提供することである。

上記目的を達成するため、本発明の第1の局面にかかる単レンズ素子は、光源から放射される発散光束を所定の収束状態に成形するために用いられる単レンズ素子であって、樹脂からなり、屈折作用による正の光学的なパワーと、回折作用による正の光学的なパワーとを有し、回折作用は、単レンズ素子の入射側面および出射側面の少なくとも一方に形成された回折構造に基づくものであり、以下の式を満足することを特徴とする。

$$0.1 < NA < 0.3$$

$$0.4 < T/f < 0.75$$

$$2.2 < f_r/f < 3$$

但し、

f : 単レンズ素子全体の焦点距離、

f_r : 単レンズ素子の屈折作用による焦点距離、

T : 単レンズ素子の光軸上の厚み、
NA : 単レンズ素子の入射側の開口数、
である。

また、上記目的を達成するため、本発明の第2の局面にかかる光源装置は、所定の収束状態を持つレーザ光束を射出する光源装置であって、発散性のレーザ光束を放射するとともに、環境温度の上昇に伴って放射されるレーザ光束の波長が長くなる方向にシフトする特性を持つ半導体レーザ素子と、半導体レーザ素子から放射される発散性のレーザ光束を所定の収束状態に成形する発明の第1の局面にかかる単レンズ素子と、半導体レーザ素子と単レンズ素子とを一体的に保持する保持手段とを備える。

また、上記目的を達成するため、本発明の第3の局面にかかる光源装置は、レーザ光束を被走査面上にスポットとして結像し走査する走査光学装置であって、所定の収束状態を持つレーザ光束を射出する光源装置と、光源装置が射出したレーザ光束を、偏向面により反射して偏向することにより主走査する光偏向器と、光源装置が射出したレーザ光束を、光偏向器の偏向面近傍で主走査方向に延びた線状に結像する第1結像光学系と、第1結像光学系により結像されたレーザ光束を、被走査面上にスポットとして再び結像させる走査レンズを含む第2結像光学系とを備え、光源装置は、発散性のレーザ光束を放射するとともに、環境温度の上昇に伴って放射されるレーザ光束の波長が長くなる方向にシフトする特性を持つ半導体レーザ素子と、半導体レーザ素子から放射される発散性のレーザ光束を所定の収

束状態に成形する発明の第1の局面にかかる単レンズ素子と、半導体レーザ素子と単レンズ素子とを一体的に保持する保持手段とを含む。

本発明によれば、温度変化によっても安定した性能を維持する単レンズ素子、光源装置、光ディスク装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施の形態1および2にかかる単レンズ素子の概略光路図である。

図2は、本発明の実施の形態3にかかる単レンズ素子の概略光路図である。

図3は、本発明の実施の形態4にかかる光源装置の概略図である。

図4は、本発明の実施の形態5にかかる走査光学装置の概略図である。

発明を実施するための最良の形態

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1にかかる単レンズ素子の概略光路図である。図1において、1は、実施の形態1にかかる単レンズ素子であって、入射面2及び射出面3は非球面形状である。射出面3の表面上には回折構造が形成されている。4は半導体レーザ素子の発光点であり、5は半導体レーザ素子のカバーガラスを示す。

単レンズ素子 1 は、樹脂からなる両凸の両非球面形状を持つレンズ素子であり、屈折作用による正の光学的なパワーと、回折作用による正の光学的なパワーとを有している。また、この回折作用は、射出面 3 の表面に形成された回折構造に基づいている。以下、単レンズ素子 1 が満足すべき条件を説明する。

単レンズ素子 1 は、以下の式 (1) ~ (3) を満足している。

$$0.1 < NA < 0.3 \quad (1)$$

$$0.4 < T/f < 0.75 \quad (2)$$

$$2.2 < f_r/f < 3 \quad (3)$$

但し、

f : 単レンズ素子全体の焦点距離、

f_r : 単レンズ素子の屈折作用による焦点距離、

T : 単レンズ素子の光軸上の厚み、

NA : 単レンズ素子の入射側の開口数、

である。

式 (1) は、半導体レーザ素子から放射されるレーザ光束を成形するレンズ素子として適切な NA の範囲を示す。

また、式 (2) は、単レンズ素子の成形性と光学性能を両立するために必要な条件であり、上限を超えるとレンズ厚が単レンズ素子の口径に対して厚くなりすぎて射出成型時にウェルドなどを生じやすくなる。また、下限を超えると単レンズ素子が温度変化時の収差の変動が大きくなってしまう。なお、式 (4) を満足することが上記の観点からさらに好ましい。

$$0.5 < T/f < 0.67 \quad (4)$$

また、式（３）は、半導体レーザと組み合わせて使う場合の温度による焦点位置の移動量を適切に補正するための屈折作用による焦点距離と単レンズ素子全体の焦点距離との比の適切な範囲を示している。

単レンズ素子１は、以下の式（５）を満足することが望ましい。

$$0.8 < t/T < 0.97 \quad (5)$$

但し、

t：光軸と平行な方向に単レンズ素子の厚みを計測したとき、面が曲率を持つ部分において最も薄い箇所の厚み、である。

式（５）を満足する単レンズ素子は、レンズの中心部と周辺部の厚みの差が小さいことを意味し、樹脂成形上好ましい。上式の下限を超えると中心部と周辺部との単レンズ素子の厚みの差が大きくなりすぎるため回折構造を良好に転写させる成形条件では収差が大きく発生し生産性が悪化する。また上式を超えると屈折作用による単レンズ素子の焦点距離が長くなりすぎるため、光学設計上温度変化に対して良好な性能が得られない。また同時に、この条件を満足すれば単レンズ素子のコバの厚みが十分に取れるため鏡筒を用いずに単レンズ素子を光学基台上に直接に接着することが可能となる。なお、さらに好ましくは式（６）を満足すればより成形性及び収差性能共に良好な単レンズ素子が得られる。

$$0.85 < t/T < 0.95 \quad (6)$$

単レンズ素子 1 の焦点距離 f は、以下の範囲であることが望ましい。

$$5 \text{ mm} \leq f \leq 20 \text{ mm} \quad (7)$$

上記の範囲で単レンズ素子を設計すれば、走査光学系装置として適切な単レンズ素子を提供できる。さらに単レンズ素子は、下記の範囲を満足するとより好ましい。

$$6 \text{ mm} \leq f \leq 10 \text{ mm} \quad (8)$$

単レンズ素子 1 は、両面とも非球面形状であることが望ましい。両面非球面形状とすることにより、特に軸外収差性能を改善することが可能となる。そのため、安定した性能のレンズを得ることが出来る。

単レンズ素子 1 が両面とも非球面形状である場合、以下の式 (7) を満足することが望ましい。

$$8.5 \text{ mm} < f < 9.5 \text{ mm} \quad (9)$$

単レンズ素子の焦点距離を、この範囲とすることで、走査光学系装置として適切なレンズ系を得ることが可能である。

単レンズ素子 1 が両面とも非球面形状である場合、以下の式 (8) を満足することが望ましい。

$$4.5 \text{ mm} < T < 5.5 \text{ mm} \quad (10)$$

中心厚がこの範囲に入っていれば t が上記式を満たしている場合に、コバの厚みを十分に確保することが可能であり、鏡筒を用いずに光学基台に直接接着しても接着剤によるひずみの影響などを受けにくくなる。

単レンズ素子 1 が両面とも非球面形状である場合、以下の式 (9) を満足することが望ましい。

$$14\text{ mm} < f_r < 18\text{ mm} \quad (11)$$

これを満足することにより、上記の焦点距離の範囲において温度変化に対して性能が安定したレンズを提供可能となる。

単レンズ素子1が両面とも非球面形状である場合、前述した式(4)は、以下の範囲にすることが望ましい。

$$0.85 < t/T < 0.92 \quad (12)$$

回折構造は、両面に形成されていてもよい。回折構造を両面に構成することにより、回折構造のピッチを広くすることが可能であるため、加工をより容易とすることができ、また、回折効率においても、損失を減らすことが出来る。

次に、この単レンズ素子のレンズデータを下記に示す。下表において、面番号1は発光点、2～3はレーザのカバーガラス、4～6は単レンズ素子を指す。4面及び5面はレンズの入射面及び射出面の非球面形状を表す。6面は第5面上に形成される回折構造を高屈折率法を用いて表現したものである。高屈折率法については、例えば、William C. Sweatt の "Describing holographic optical elements as lenses", J. Opt. Soc. Am., Vol. 67, No. 6 (1977) に、また、高屈折率法から実際の回折レンズの形状データを得る方法については例えば、特開平10-133104号公報等に詳細が記載されているので、これらについてはここでは説明を省略する。なお、実施の形態1において、回折構造の設計は上述の Sweatt の高屈折率法を用いて説明するが、この設計法に依存するものではなく、例えば

位相関数法などの他の方法でも目的を達成する設計が可能であることは言うまでもない。

表 1

面 番 号	頂 点 曲 率 半 径 (m m)	面 間 隔 (m m)	屈 折 率
1	∞	0.1	
2	∞	0.3	1.51116246
3	∞	5.415538	
4	16.25	6	1.50300743
5	-13.29937	0	7811
6	-13.29816		

第 2 面のレーザのカバーガラスは B K 7 である。

4 面および 5 面は、光軸からの高さが h の箇所における面のサグ量 s が下式にて表現される非球面であり、それぞれの非球面係数は下表で表される。なお、 E は 10 の累乗を指し、例えば、 $E - 4$ は 10 の -4 乗である。なお、本実施の形態で説明する非球面は、すべて以下の式により定義される。

$$s = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)c^2h^2}} + AD * h^4 + AE * h^6 + AF * h^8 + AG * h^{10}$$

なお、 c は面の頂点曲率であり、曲率半径を r とするとき $c = 1 / r$ である。

第 4 面

K -10.08782
AD 8.6700583E-4
AE 1.030877E-4
AF -2.7032044E-5
AG 2.3029273E-6

第 5 面

K -0.1898852
AD 3.0331456E-4
AE 1.0002706E-5
AF 0.0
AG 0.0

第 6 面

K -0.1898817
AD 3.0331451E-4
AE 1.0003222E-5
AF -2.3128484E-16
AG -6.8102969E-15

単レンズ素子 1 の合成焦点距離 f は 9 mm であり、上記
レンズデータ第 4 面～第 5 面にて表現される屈折作用によ
る焦点距離は 15.6 mm である。

本レンズで温度が変化した場合の収差性能及び設計温度
を基準としたときの焦点位置の変化を下記に示す。計算は
、説明した光学系の入射面および射出面を逆にして、平行
光側からレーザ光束が入射し、発光点側に結像するような
光学系として計算したものである。焦点位置変化において

、符号は焦点距離が大きくなる方向を正としている。表 2 から分かるように、焦点距離変化は十分小さく、いずれも走査光学装置用の光源として十分な性能であることが確認できる。

表 2

	R M S 波 面 収 差 (m λ)	焦 点 位 置 変 化 (μ m)
設 計 温 度 (3 5 $^{\circ}$ C)	1.5	0
低 温 (5 $^{\circ}$ C)	6.3	-0.2
高 温 (5 5 $^{\circ}$ C)	4.6	0.3

上記の計算において、半導体レーザー素子の 1 $^{\circ}$ C あたりの波長変動は 0.2 nm とし、樹脂材料の 1 $^{\circ}$ C あたりの屈折率の変化は -1.1×10^{-4} 、樹脂材料の 1 $^{\circ}$ C あたりの膨張率を 1.00006 とした。このときの波長及び樹脂の屈折率を下記に示す。ガラスに関しては、波長変化による屈折率変化のみを見込み、温度による屈折率の変化及び膨張収縮は無視した。

表 3

	光 源 波 長	樹 脂 屈 折 率
設 計 温 度 (3 5 $^{\circ}$ C)	781nm	1.50300743
低 温 (5 $^{\circ}$ C)	776nm	1.50585233
高 温 (5 5 $^{\circ}$ C)	786nm	1.50016469

本レンズはコバ部の厚みが5.3 mmと十分に厚いため、レンズを機器に搭載する際に接着によるひずみを十分に低減することが可能となる。

(実施の形態2)

次に、本発明の実施の形態2にかかる単レンズ素子を説明する。実施の形態2にかかる単レンズ素子は、実施の形態1にかかる単レンズ素子の別の数値例であり、概略構成は共通であり、図面は図1を援用可能である。

下表に実施の形態2にかかる単レンズ素子の設計データを示す。本実施の形態に用いたレンズ材料及びレーザのカバーガラスは、実施の形態1と同一である。単レンズ素子はNAが0.3で焦点距離は9 mmである。

表 4

面 番 号	頂 点 曲 率 半 径 (m m)	面 間 隔 (m m)	屈 折 率
1	∞	0.1	
2	∞	0.3	1.51116246
3	∞	5.77983	
4	22.	5.1	1.50300743
5	-12.53457	0	7811
6	-12.53346		

第 4 面

K -3.89222407750E+001
AD 7.33171951000E-004
AE 5.06615284000E-005

AF 1.13311216000E-005

AG -1.02088015000E-006

第 5 面

K -1.74988145430E-001

AD 2.45996406000E-004

AE 1.29128948000E-005

AF 0

AG 0.0

第 6 面

K -1.74988114620E-001

AD 2.45996442000E-004

AE 1.29128905000E-005

AF 9.10330055000E-011

AG 8.17610459000E-013

実施の形態 2 にかかる単レンズ素子で屈折作用による焦点距離は 16.7 mm である。評価結果を以下の表に示す。評価時の計算条件は、実施の形態 1 の場合と同様である。

表 5

	R M S 波 面 収 差 (m λ)	焦 点 位 置 変 化 (μ m)
設 計 温 度 (3 5 ℃)	1.9	0
低 温 (5 ℃)	7.6	1.1
高 温 (5 5 ℃)	7.7	-0.1

表 5 から分かるように、焦点距離変化は十分小さく、いずれも走査光学装置用の光源として十分な性能であることが確認できる。

(実施の形態 3)

図 2 は、本発明の実施の形態 3 にかかる単レンズ素子の概略光路図である。図 2 において、31 は実施の形態 3 にかかる単レンズ素子であり、32 が入射面、33 が射出面である。34 は半導体レーザ素子の発光点を示す。入射面 32 は、略平面で面上に回折構造が形成されている。射出面 33 は非球面形状である。

単レンズ素子 31 は、略平凸形状であって、回折構造が平面側に構成されている。一般に、回折構造は数 μm 程度の微細な起伏形状で構成されているため、加工は容易ではない。そのため回折構造を持つ面を平面とすれば、金型加工時にバイト切削加工だけでなくフォトリソグラフィ等微細加工により適してかつ高精度な加工方法も選択可能となり金型加工の自由度を向上させることが出来る。

単レンズ素子 31 は、略平凸形状である場合、以下の式を満足することが望ましい。

$$0.93 < t/T < 0.97 \quad (13)$$

これの上限を超えても下限を超えても屈折レンズの焦点距離が適切な範囲から外れる。

単レンズ素子 31 は、略平凸形状である場合、以下の式を満足することが望ましい。

$$5.5 \text{ mm} < f < 6.5 \text{ mm} \quad (14)$$

通常、焦点距離が長くなると口径が大きくなるが、例えば平板上への回折面の加工にEB描画などの微細加工技術を用いる場合には大きな面積の加工には時間がかかり不利となる。そのため、式(14)を満足する焦点距離を選べば、平板に加工するときのメリットを享受することができる。

単レンズ素子31は、略平凸形状である場合、以下の式を満足することが望ましい。

$$4\text{ mm} < T < 4.5\text{ mm} \quad (15)$$

式(15)は、単レンズ素子の片側を平面とした場合にコバの厚みが良好に確保できてかつ厚み方向に厚すぎず、ウェルドなどの成形上のトラブルが発生しにくい条件である。

単レンズ素子31は、略平凸形状である場合、以下の式を満足することが望ましい。

$$10\text{ mm} < f_r < 15\text{ mm} \quad (16)$$

式(16)は、前記焦点距離のレンズにおいて温度変化に対する焦点位置移動を良好に補正するための条件である。

次に、この単レンズ素子のレンズデータを下記に示す。

表 6

面 番 号	頂 点 曲 率 半 径 (m m)	面 間 隔 (m m)	屈 折 率
1	∞	4.83516	
2	65393.81	0	7811
3	∞	4.2	1.52351680
4	-7.433941		

本レンズのNAは0.28で焦点距離は6mmである。
 上記データにおいて、第2面は回折構造を表現する高屈折率の面であり、3～4が屈折レンズ形状である。2面及び4面の非球面係数を下記に示す。3～4で表現される屈折作用による焦点距離は14.2mmである。

第 2 面

K -2.06426605680E+008
 AD 1.04723455000E-008
 AE 2.38433039000E-008
 AF -2.83075212000E-009
 AG 1.06739577000E-009

第 4 面

K -5.10250789240E-001
 AD 3.48875424000E-004
 AE 1.05358264000E-004
 AF -1.63055940000E-005
 AG 4.98271545000E-006

表 7

	R M S 波 面 収 差 (m λ)	焦 点 位 置 変 化 (μ m)
設 計 温 度 (3 5 $^{\circ}$ C)	5.4	0
低 温 (5 $^{\circ}$ C)	1.5	-0.2
高 温 (5 5 $^{\circ}$ C)	9.9	0.17

表 7 から分かるように、焦点距離変化は十分小さく、いずれも走査光学装置用の光源として十分な性能であることが確認できる。なお、実施の形態 3 における樹脂の屈折率は下記とした。

表 8

	光 源 波 長	樹 脂 屈 折 率
設 計 温 度 (3 5 $^{\circ}$ C)	781nm	1.5235168
低 温 (5 $^{\circ}$ C)	776nm	1.52575966
高 温 (5 5 $^{\circ}$ C)	786nm	1.52127496

(実 施 の 形 態 4)

図 3 は、本発明の実施の形態 4 にかかる光源装置の概略構成図である。半導体レーザ 4 1 からの射出光は、実施の形態 1 にかかる単レンズ素子 4 2 により略平行光となって射出される。ここで、単レンズ素子 4 2 は、実施の形態 1 において説明した単レンズ素子と等しい構成を有している。半導体レーザ 4 1 及び単レンズ素子 4 2 は基台 4 3 にそれぞれ固定されている。基台 4 3 にはレンズ固定用の V 字状の溝 4 4 が形成されてあって、組み立て時に、レンズ 4

2をこのV溝44上を前後にずらしてコリメート調整することができて、調整後レンズ側面とV溝の接触部45において、接着剤によりレンズを固定できる。このとき本発明のレンズはレンズ厚みが十分に厚いため接着剤で固定したときに接着剤によって発生する応力の影響を受けにくい。また、基台との接触面積を大きく取れるため熱が伝わりやすく、半導体レーザ41とレンズ42の温度差を十分に少なくすることが可能である。

また、半導体レーザ素子41は、以下の式を満足することが望ましい。

$$775 \text{ nm} < \lambda < 810 \text{ nm} \quad (16)$$

$$640 \text{ nm} < \lambda < 680 \text{ nm} \quad (17)$$

上記の式は現状で一般的に普及している半導体レーザの波長であり、性能、コストの両面で満足なもの入手可能である。

実施の形態4にかかる光源装置において、半導体レーザ素子41と単レンズ素子42とは、一体の支持手段により保持されており、半導体レーザ素子の発熱が支持手段を通じて単レンズ素子42へ伝達される。この構成により、温度変化による単レンズ素子42の性能変化を、温度変化による光源の波長変化により補正することが可能になる。ところが、この補正は、半導体レーザ素子と単レンズ素子との間で温度差があると所望の性能を発揮することが出来ない。これに対して、実施の形態4にかかる光源装置は、一体の支持基台に半導体レーザ素子と単レンズ素子との双方が固定されていることにより支持手段を介して熱が伝わる

ため温度差が少なくなり、温度変化時に安定した性能を発揮できる。

(実施の形態 5)

図 4 は、本発明の実施の形態 5 にかかる走査光学装置の概略構成を表す図である。以下、その動作を説明する。

半導体レーザ素子 5 1 からの光束は、単レンズ素子 5 2 によって平行光、集束光、あるいは発散光になり、シリンドリカルレンズ 5 3 に入射し、副走査方向についてはポリゴンミラー 5 4 の反射面近傍に集束する。ここで、単レンズ素子 5 2 は、実施の形態 1 において説明した単レンズ素子と等しい構成を有している。ポリゴンミラー 5 4 は回転中心軸を中心として回転し、入射したレーザ光束を偏向し、 $f\theta$ レンズ 5 5 によって感光ドラム 5 6 上に集束し走査される。 $f\theta$ レンズ 5 5 は偏向点と感光ドラム 5 6 上の走査面とを、副走査方向で光学的に共役になるように配置され、ポリゴンミラー 5 4 の面倒れを補正するとともに、像面湾曲、 $f\theta$ 特性を補正している。また、半導体レーザ素子 5 1 と単レンズ素子 5 2 とは光学基台 5 7 上に固定されている。本構成において、単レンズ素子を実施の形態 1 にかかる単レンズ素子としていることにより、単レンズ素子 5 1 でありながら温度に対して安定な性能を有している。そのため、複数枚のレンズにより温度に対して安定な光学系を構成していた従来の光学系に比べて光源からシリンドリカルレンズ 5 3 までのレンズを簡素化できており、装置の小型化や低コスト化に寄与する。また、半導体レーザ 5 1 と本発明の単レンズからなるコリメートレンズ 5 2 とは

共通の光学基台上に直に固定されているため、温度差が少なくなりレンズの温度補償効果が十分に得られる。また、一般に半導体レーザ素子は発熱源であり、装置への電源投入時に温度が上昇し、このときにレンズとの温度差が発生する。そのため放熱板 58 等を半導体レーザ素子に取り付けて温度上昇を緩和するとレンズとの温度差がより小さくなりさらに好ましい。また、本実施例の説明においては、光学基台は半導体レーザ 51 とコリメートレンズ 52 だけを載せる構成としたが、この例に限られることはなく、シリンドリカルレンズ 53 や $f\theta$ レンズ 55 も含めて載せる構成でもよく、さらには、走査光学系の筐体に各レンズを取り付ける構成としてあっても本願の趣旨に添っていることはいうまでもない。

また、半導体レーザ素子 51 は、発振波長が環境温度が高くなると波長が長くなる方向に変化する光源である。このような特性を有していることにより、温度変化による単レンズ素子の焦点位置のズレを温度変化に伴う光源の発振波長の変化によって補正することが可能であり、温度変化に対して安定な特性を有する走査光学装置を得ることが出来る。

また、実施の形態 5 にかかる走査光学装置は、半導体レーザ素子 51 と単レンズ素子 52 との温度の差を小さくするための温度伝達手段を有している。本発明の単レンズ素子は、半導体レーザの温度変化に伴う波長変化を利用して温度特性を改善している。そのため、温度差があると十分に温度による性能劣化を補正できなくなる。

また、実施の形態 5 にかかる走査光学装置は、光源装置と単レンズ素子とが共通の部材上に固定されてあって、前記光源部の発する熱が前記部材を經由して前記コリメート手段に伝達する構成を有している。上記構成とすることにより、光源装置の熱が単レンズ素子に伝わり双方の温度差を少なくすることが可能である。

また、実施の形態 5 にかかる走査光学装置は、光源装置は放熱手段を有している。通常、光源装置は発熱源であるため、特に電源投入時などにはレンズよりも早く温度が上昇しレンズと光源との間に温度差が出来てしまう。放熱手段は光源部の温度上昇を緩和できるため光源部とレンズとの温度差を小さくすることが可能で、本発明のレンズの性能を十分に発揮できる。

産業上の利用可能性

本発明は、LBP などの走査光学装置に含まれる光源装置や、CD (Compact Disk) や各種 DVD などの光ディスク装置の光源装置に好適である。

請求の範囲

1. 光源から放射される発散光束を所定の収束状態に成形するために用いられる単レンズ素子であって、

樹脂からなり、屈折作用による正の光学的なパワーと、回折作用による正の光学的なパワーとを有し、

前記回折作用は、前記単レンズ素子の入射側面および射出側面の少なくとも一方に形成された回折構造に基づくものであり、

以下の式を満足することを特徴とする、単レンズ素子：

$$0.1 < NA < 0.3$$

$$0.4 < T / f < 0.75$$

$$2.2 < f_r / f < 3$$

但し、

f ：単レンズ素子全体の焦点距離、

f_r ：単レンズ素子の屈折作用による焦点距離、

T ：単レンズ素子の光軸上の厚み、

NA ：単レンズ素子の入射側の開口数、

である。

2. 以下の式を満足することを特徴とする、請求項1に記載の単レンズ素子：

$$0.8 < t / T < 0.97$$

但し、

t ：光軸と平行な方向に単レンズ素子の厚みを計測したとき、面が曲率を持つ部分において最も薄い箇所の厚み、

である。

3. 以下の式を満足することを特徴とする、請求項2に記載の単レンズ素子：

$$0.85 < t / T < 0.95$$

4. 以下の式を満足することを特徴とする、請求項1に記載の単レンズ素子：

$$0.5 < T / f < 0.67$$

5. 以下の式を満足することを特徴とする、請求項1に記載の単レンズ素子：

$$5 \text{ mm} \leq f \leq 20 \text{ mm}$$

6. 以下の式を満足することを特徴とする、請求項5に記載の単レンズ素子：

$$6 \text{ mm} \leq f \leq 10 \text{ mm}$$

7. 前記単レンズ素子は、略平凸形状を有し、前記回折構造が平面側に形成されていることを特徴とする、請求項1に記載の単レンズ素子。

8. 以下の式を満足することを特徴とする、請求項7に記載の単レンズ素子：

$$5.5 \text{ mm} \leq f \leq 6.5 \text{ mm}$$

9. 以下の式を満足することを特徴とする、請求項7に記載の単レンズ素子：

$$4 \text{ mm} < T < 4.5 \text{ mm}$$

10. 以下の式を満足することを特徴とする、請求項7に記載の単レンズ素子：

$$10 \text{ mm} < f_r < 15 \text{ mm}$$

11. 以下の式を満足することを特徴とする、請求項7に記載の単レンズ素子：

$$0.93 < t/T < 0.97$$

12. 前記屈折作用は、前記単レンズ素子の入射側面および射出側面の両面に形成された非球面形状によることを特徴とする、請求項1に記載の単レンズ。

13. 以下の式を満足することを特徴とする、請求項12に記載の単レンズ素子：

$$8.5 \text{ mm} < f < 9.5 \text{ mm}$$

14. 以下の式を満足することを特徴とする、請求項12に記載の単レンズ素子：

$$4.5 \text{ mm} < T < 5.5 \text{ mm}$$

15. 以下の式を満足することを特徴とする、請求項12に記載の単レンズ素子：

$$14\text{ mm} < f_r < 18\text{ mm}$$

16 以下の式を満足することを特徴とする、請求項12に記載の単レンズ素子：

$$0.85 < t/T < 0.92$$

17. 前記回折構造は、前記単レンズ素子の入射側面および射出側面の両面に形成されていることを特徴とする、請求項1に記載の単レンズ。

18. 所定の収束状態を持つレーザ光束を射出する光源装置であって、

発散性のレーザ光束を放射するとともに、環境温度の上昇に伴って放射される前記レーザ光束の波長が長くなる方向にシフトする特性を持つ半導体レーザ素子と、

前記半導体レーザ素子から放射される発散性のレーザ光束を所定の収束状態に成形する請求項1ないし17のいずれかに記載の単レンズ素子と、

前記半導体レーザ素子と前記単レンズ素子とを一体的に保持する保持手段とを備える、光源装置。

19. 前記半導体レーザ素子は、波長 λ が下記のいずれかの範囲にあるレーザ光束を放射することを特徴とする、請求項18に記載の光源装置：

$$775\text{ nm} < \lambda < 810\text{ nm}$$

$$640\text{ nm} < \lambda < 680\text{ nm}$$

20. 前記半導体レーザ素子と前記単レンズ素子とを一体的に保持する保持手段を備え、前記半導体レーザ素子の発熱が前記保持手段を通じて前記単レンズ素子に伝達されることを特徴とする、請求項18に記載の光源装置。

21. レーザ光束を被走査面上にスポットとして結像し走査する走査光学装置であって、

所定の収束状態を持つレーザ光束を射出する光源装置と、

前記光源装置が射出したレーザ光束を、偏向面により反射して偏向することにより主走査する光偏向器と、

前記光源装置が射出したレーザ光束を、前記光偏向器の前記偏向面近傍で主走査方向に延びた線状に結像する第1結像光学系と、

前記第1結像光学系により結像されたレーザ光束を、前記被走査面上にスポットとして再び結像させる走査レンズを含む第2結像光学系とを備え、

前記光源装置は、

発散性のレーザ光束を放射するとともに、環境温度の上昇に伴って放射される前記レーザ光束の波長が長くなる方向にシフトする特性を持つ半導体レーザ素子と、

前記半導体レーザ素子から放射される発散性のレーザ光束を所定の収束状態に成形する請求項1ないし17のいずれかに記載の単レンズ素子と、

前記半導体レーザ素子と前記単レンズ素子とを一体的に保持する保持手段とを含む、走査光学装置。

22. 前記光源装置は、前記半導体レーザ素子と前記単レンズ素子との間の温度の差を小さくするための温度伝達手段を有することを特徴とする、請求項21に記載の走査光学装置。

23. 前記半導体レーザ素子と前記単レンズ素子とは、共通の部材上に固定されており、前記半導体レーザ素子の発する熱が前記共通の部材を経由して前記単レンズ素子に伝達される構成であることを特徴とする、請求項21に記載の走査光学装置。

24. 前記半導体レーザ素子は、放熱手段を有することを特徴とする、請求項21に記載の走査光学装置。

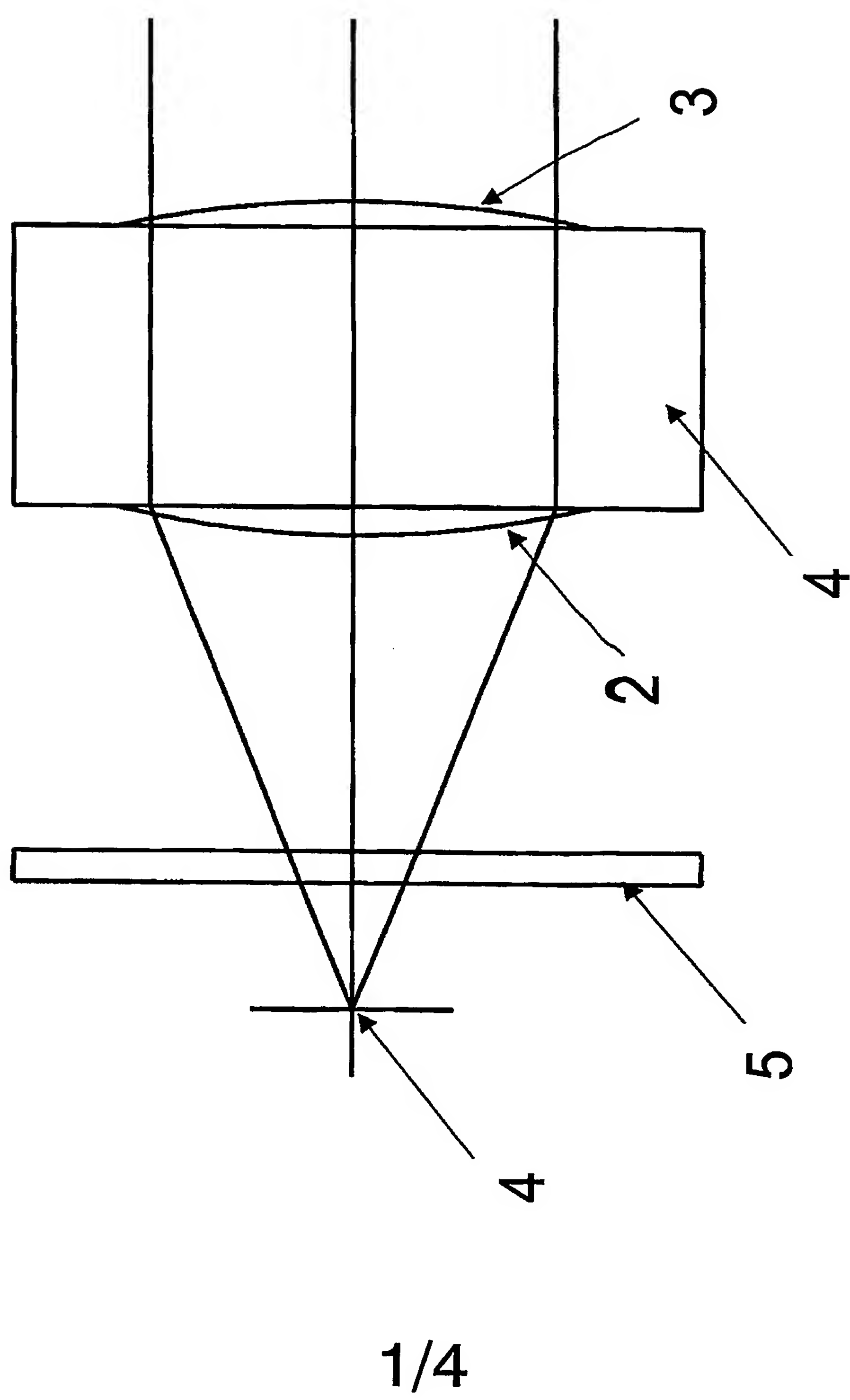


FIG.1

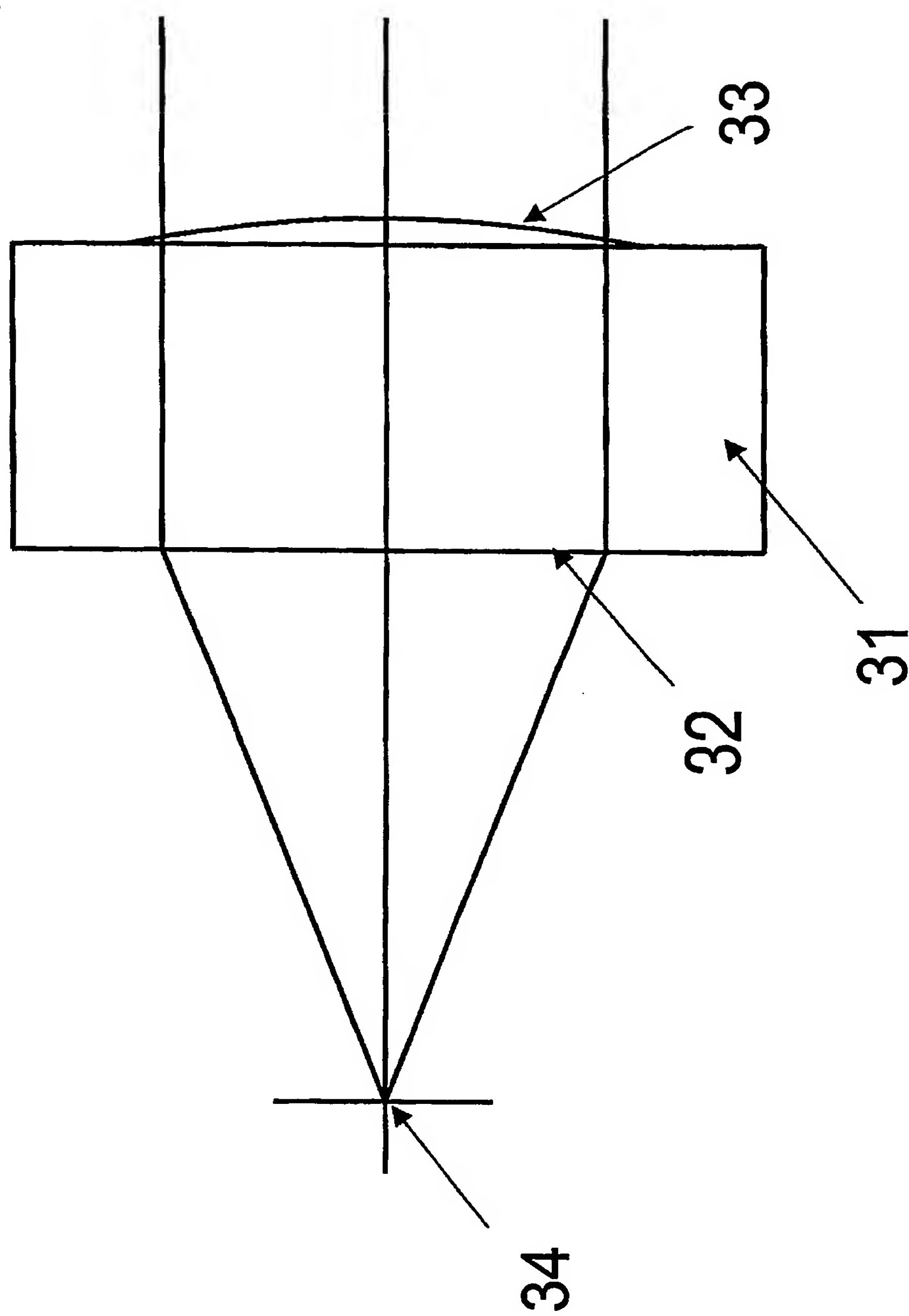


FIG.2

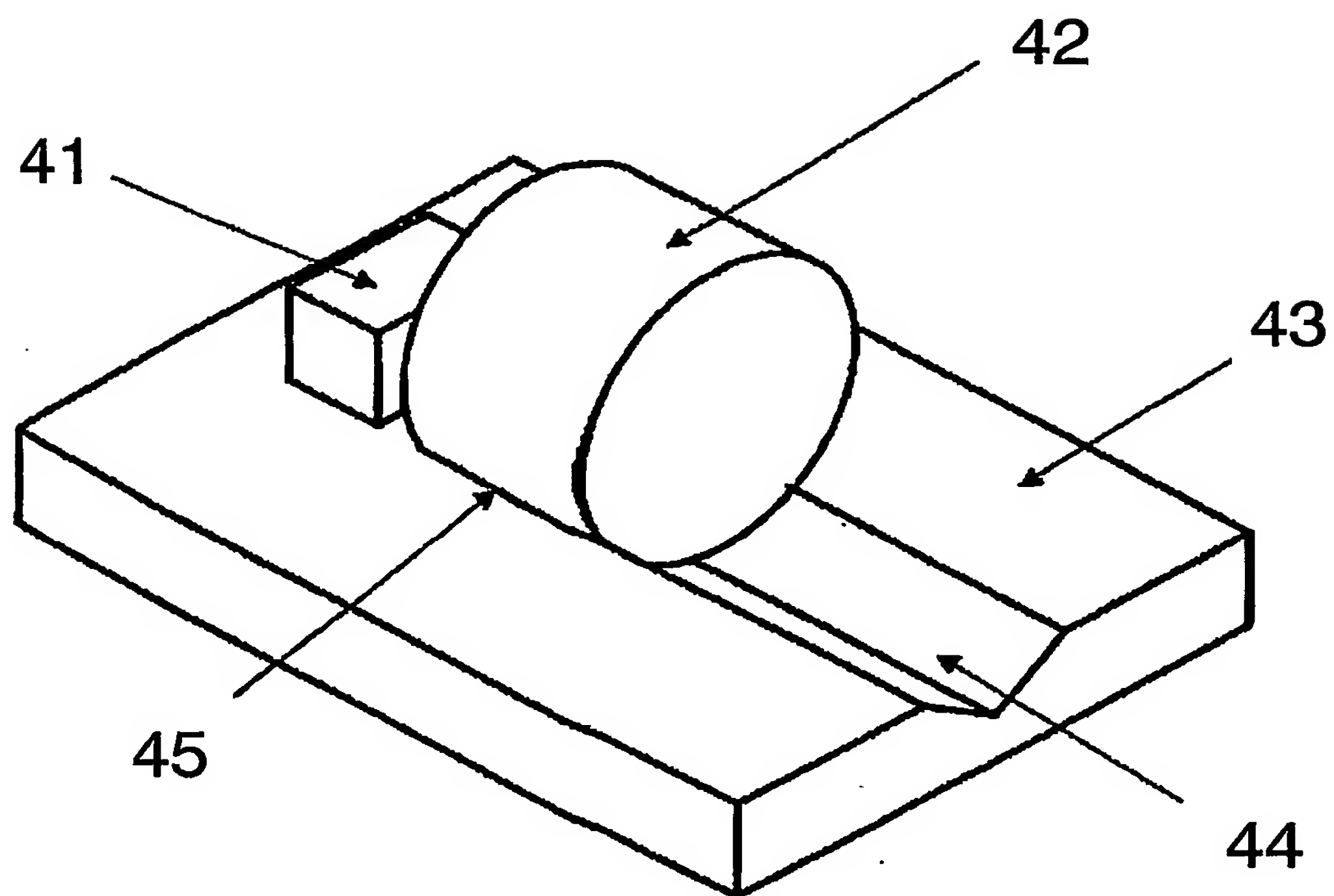


FIG.3

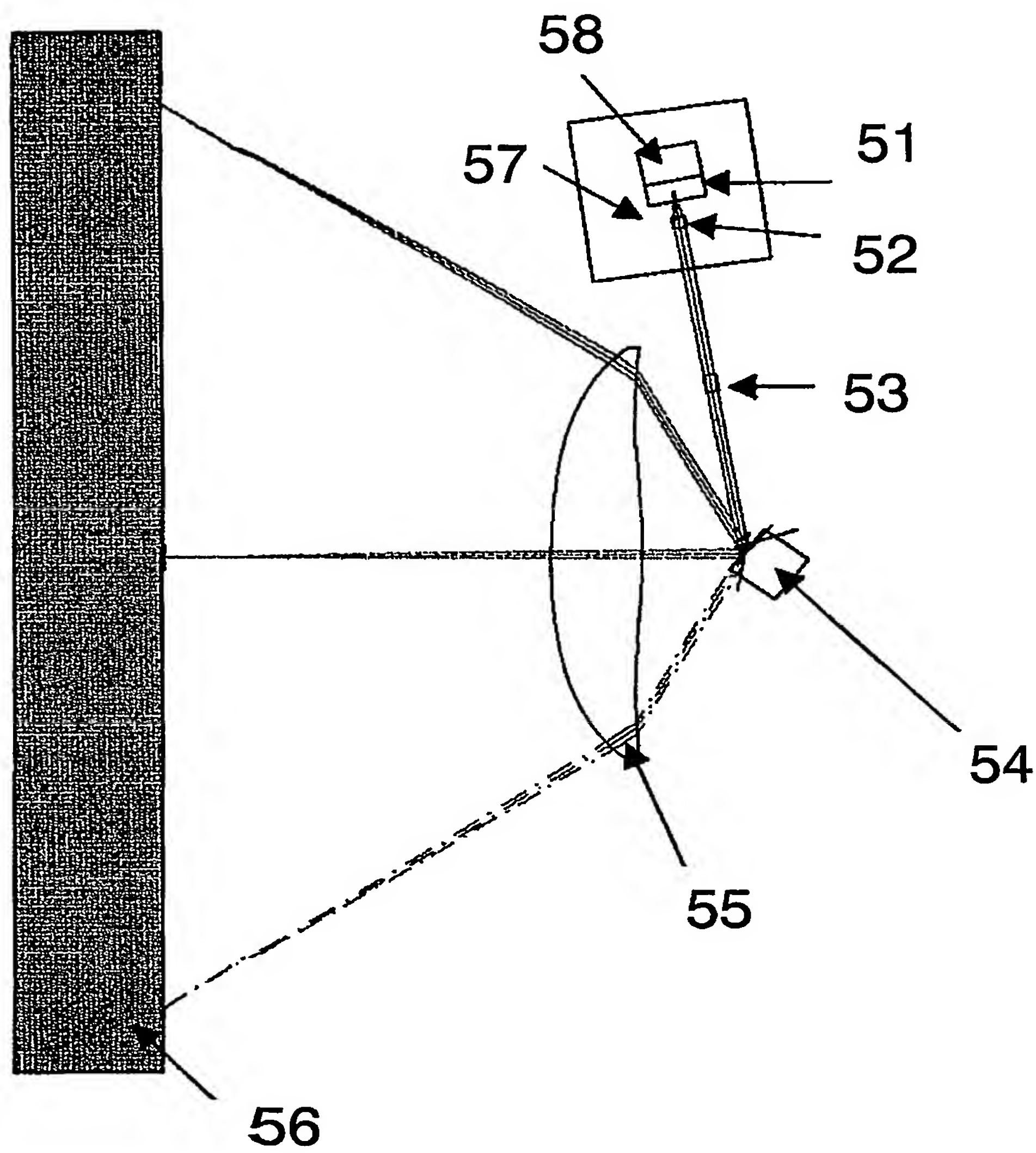


FIG.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013498

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G02B13/00, G02B27/44, G02B27/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G02B13/00, G02B27/44, G02B27/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-274646 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 08 October, 1999 (08.10.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-24
A	JP 2000-171741 A (Fuji Photo Optical Co., Ltd.), 23 June, 2000 (23.06.00), Full text; all drawings & US 6101020 A	1-24
A	JP 2001-159731 A (Konica Corp.), 12 June, 2001 (12.06.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-24

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 December, 2004 (07.12.04)

Date of mailing of the international search report
21 December, 2004 (21.12.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013498

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-68903 A (Canon Inc.), 10 March, 1998 (10.03.98), Full text; all drawings particularly, Par. Nos. [0051] to [0052] & EP 827004 A2 & US 6094286 A	1-24
A	JP 62-141511 A (Toshiba Corp.), 25 June, 1987 (25.06.87), Full text; all drawings particularly, page 3, upper left column, line 15 to upper right column, line 9; Fig. 2 (Family: none)	1-24
A	JP 6-118346 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 28 April, 1994 (28.04.94), Full text; all drawings particularly, Par. Nos. [0014] to [0028]; Fig. 3 (Family: none)	1-24
P,A	JP 2004-126192 A (Canon Inc.), 22 April, 2004 (22.04.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-24

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02B 13/00, G02B 27/44, G02B 27/30

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02B 13/00, G02B 27/44, G02B 27/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 11-274646 A (松下電器産業株式会社) 1999. 10. 08、全文、全図 (ファミリーなし)	1-24
A	JP 2000-171741 A (富士写真光機株式会社) 2000. 06. 23、全文、全 図 & US 6101020 A	1-24
A	JP 2001-159731 A (コニカ株式会社) 2001. 06. 12、全文、全図 (ファミリーなし)	1-24

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 12. 2004

国際調査報告の発送日

21.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森内 正明

2 V

9 2 2 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3269

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 10-68903 A (キヤノン株式会社) 1998. 03. 10、全文、全図、特に、[0051]-[0052] & EP 827004 A2 & US 6094286 A	1-24
A	JP 62-141511 A (株式会社東芝) 1987. 06. 25、全文、全図、特に、第3頁左上欄第15行-同右上欄第9行、第2図 (ファミリーなし)	1-24
A	JP 6-118346 A (ミノルタカメラ株式会社) 1994. 04. 28、全文、全図、特に、[0014]-[0028]、[図3] (ファミリーなし)	1-24
P, A	JP 2004-126192 A (キヤノン株式会社) 2004. 04. 22、全文、全図 (ファミリーなし)	1-24